

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

| | | | |
|---|--|--|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : C04B 35/64, A61K 6/06, C04B 35/111, 35/486 | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/46166 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. August 2000 (10.08.00) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/00909 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. Februar 2000 (04.02.00) (30) Prioritätsdaten: 199 04 523.2 4. Februar 1999 (04.02.99) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ESPE DENTAL AG [DE/DE]; Espe Platz, D-82229 Seefeld (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUPTMANN, Holger [DE/DE]; Weilbergstrasse 32, D-82404 Sindelsdorf (DE). BURGER, Bernd [DE/DE]; Am Weinberg 27, D-82239 Alling (DE). SCHNAGL, Robert [DE/DE]; Von-Eichendorff-Strasse 35, D-86899 Landsberg (DE). WAGNER, Ingo [DE/DE]; Bahnhofstrasse 17, D-82211 Herrsching (DE). (74) Anwälte: ABITZ, Walter usw.; Postfach 86 01 09, D-81628 München (DE). | | (81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen. | |
| (54) Title: METHOD FOR DIMENSIONALLY SINTERING CERAMICS | | | |
| (54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM DIMENSIONSTREUEN SINTERN VON KERAMIK | | | |
| (57) Abstract The invention relates to a method for sintering ceramic molded articles which allows for the true dimensions of the articles. According to the inventive method, the material to be sintered is stored on non-metal covered support devices during sintering which automatically adjust themselves to the dimensional losses due to the shrinkage occurring during sintering or which allow a contactless storage of the molded articles. | | | |
| (57) Zusammenfassung Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum dimensionstreuem Sintern von keramischen Formgegenständen, bei welchem das Brenngut während des Sinterns auf nicht mit Metall beschichteten Trägervorrichtungen gelagert wird, welche sich an die während des Brennprozesses auftretenden Schwunddimensionen selbständig anpassen oder ein berührungsfreies Tragen der Formgegenstände gestatten. | | | |

6/PRTS

JC05 Rec'd PCT/PTO 03 AUG 2007
09/890804

WO 00/46166

PCT/EP00/00909

- 1 -

Verfahren zum dimensionstreuem Sintern von Keramik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum dimensionstreuem Sintern von freiformflächigen Keramiken. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zum dimensionstreuem Sintern von aus Dentalkeramiken hergestellten Dentalprothesen.

5

Keramiken werden aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften bei der Erstellung von hochwertigen Formteilen, beispielsweise Zahnersatzteilen, sehr geschätzt und finden daher immer breitere Verwendung. Beim Sintern von keramischen Werkstoffen tritt stets eine Volumenreduzierung (Schwund) ein.

10 Teile des zu sinternden Objektes führen während des Brennvorganges eine Relativbewegung zu einer starren, nicht beweglichen Brennunterlage aus. Bei filigranen Arbeiten, die insbesondere im Bereich des Zahnersatzes eingesetzt werden, wird die freie Beweglichkeit durch geringfügige Verhakungseffekte auf der Brennunterlage behindert, wodurch eine erhebliche Deformation des
15 Objektes auftritt. Besonders kritisch ist dieser Sachverhalt bei Brücken, die beispielsweise aus zwei Kämpchen und einem diese verbindenden Steg bestehen: es tritt eine Deformation der ursprünglichen Geometrie der Brücke auf, die die Passgenauigkeit der prothetischen Arbeit erheblich beeinträchtigt.

20 Üblicherweise werden Pulver zur Reduzierung der Reibung zwischen Brenngut und Brennunterlage verwendet. Bei höheren Sintertemperaturen treten jedoch entweder Reaktionen zwischen Pulver und Brenngut oder ein Verbacken der Pulverschüttung durch Ausbildung von Sinterhälsen auf. In beiden Fällen kann dies zu dem oben beschriebenen Effekt führen und somit zur Unbrauchbarkeit
25 des Brennguts. Durch das Eigengewicht der Rohlinge bedingt, kann es bei Systemen, die Superelastizität aufweisen, zusätzlich zur Verformung der Rohlingsstrukturen kommen. Insbesondere tritt dieser Effekt bei Brücken auf.

- 2 -

Aus der DD-121 025 ist es bekannt, Formlinge auf Brennunterlagen zu brennen, die mit Molybdän beschichtet sind. Solche Verfahren sind prinzipiell für hochwertige keramische Werkstücke ungeeignet, da durch Diffusionsprozesse eine Verunreinigung der Keramik durch Metallteilchen erfolgt.

5

Aufgabe dieser Erfindung ist es, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das ein dimensionstreu Sintern von keramischen Formgegenständen erlaubt.

10 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch Lagerung des Brennguts während des Sinterns auf nicht mit Metall beschichteten Trägermaterialien, welche sich an die während des Brennprozesses auftretenden Schwunddimensionen selbständig anpassen oder ein berührungsfreies Tragen der Formgegenstände gestatten.

15 Die erfindungsgemäßen Trägermaterialien können vollkommen verschieden ausgestaltet sein. Die Ausgestaltungsformen sind prinzipiell in folgende Gruppen zu unterteilen:

20 I Lagerung des Brennguts auf beweglichen Trägermaterialien, die aus einem beliebigen Material bestehen können, beispielsweise basierend auf gesintertem Aluminiumoxid, welches gegenüber dem Brennprozess inert ist und keine Haftung zum Brenngut ergibt und dieses nicht verunreinigt.

25 II Lagerung des Brennguts auf Trägermaterialien, die die gleichen physikalischen Eigenschaften aufweisen wie das Brenngut selbst. Bevorzugt besteht der Träger hierbei aus dem gleichen Material, wie das Brenngut, beispielsweise basierend auf Zirkonoxid oder Aluminiumoxid.

30 III Lagerung des Brenngutes auf Trägermaterialien, die wesentlich andere physikalische Eigenschaften aufweisen als das Brenngut selbst, wobei eine Verunreinigung oder Verbindung des Brenngutes mit dem Trägermaterial nicht möglich sein darf.

- 3 -

IV Lagerung des Brenngutes auf Trägermaterialien, die ein berührungsfreies Tragen gestatten.

Mögliche Ausführungsformen zur Gruppe I der erfindungsgemäßen Verfahren
5 sind nachfolgend wiedergegeben.

Prinzipiell wird bei dieser Verfahrensvariante das Brenngut auf einem beweglichen Träger gelagert. Diese Träger sind in einem Fundament zu lagern, über eine Aufhängung zu befestigen oder so gestaltet, dass sie keine
10 Befestigung benötigen.

Als Fundament sind insbesondere folgende Ausführungsformen geeignet:

- 15 • Feuerfeste Brennwatte, beispielsweise ein Vlies aus Aluminiumoxid mit SiO_2 -Anteil.
- Feuerfester Brennsand, beispielsweise Korund.
- Nach oben offene, unterteilte Konstruktionen, beispielsweise wabenförmige Konstruktionen, in denen ein Verkippen der beweglichen Träger im Rahmen des Brennprozesses auf einfache Weise möglich ist, beispielsweise solche
20 aus Mullit.
- Feuerfeste Einbettmassen, die eine genügende Flexibilität aufweisen, um den Kräften, die während des Brennvorgangs auftreten, auszuweichen, beispielsweise solche aus Aluminiumoxid.
- Feuerfeste, den gleichen Schwund wie das Brenngut aufweisende
25 Grundplatten, beispielsweise solche aus Aluminiumoxid.

Als Aufhängung sind insbesondere folgende Ausführungsformen geeignet:

- 30 • Aufhängung über fest montierte Haken, wobei das Brenngut an geeigneter Position auf mindestens zwei Haken aus feuerfestem Material, beispielsweise Aluminiumoxid, aufgezogen wird, und die Haken sich durch die während des Brennprozesses auftretenden Kräfte annähern.

- 4 -

Die Abbildung 1 zeigt exemplarisch die Anbringung zweier S-förmiger Haken (X) an einer festen Stelle (Y) innerhalb einer Brennkammer (Z), wobei das Brenngut (A) bereits auf die Haken aufgezogen ist. Die Ausgestaltung des Brenngutes ist hier und an allen anderen Stellen nur schematisch
5 wiedergegeben und ist keinesfalls beschränkend zu verstehen.

- Aufhängung über beweglich angebrachte Haken, wobei das Brenngut an geeigneter Position auf mindestens zwei Haken aus feuerfestem Material, beispielsweise aus Aluminiumoxid, aufgezogen wird und die Haken innerhalb
10 oder außerhalb der Brennkammer beweglich angebracht sind.

Die Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Anbringung zweier S-förmiger Haken (X) innerhalb der Brennkammer (Z), wobei die Haken jeweils auf einer
15 Schiene (S), beispielsweise über Rollen, frei beweglich sind und so den Kräften, die während dem Brennprozess entstehen, ausweichen können und das Brenngut (A) bereits auf die Haken aufgezogen ist.

Die Haken können auch in eine barrenförmigen Schienenkonstruktion (B) eingehängt werden, wie sie in der Abbildung 3 gezeigt wird. Die Konstruktion besteht aus senkrechten Elementen von (B) und waagrechten Elementen von (B), die eine Aufhängung der Haken (X), die das Brenngut (A) tragen, ermöglichen.
20

Prinzipiell kann jede Methode, mindestens zwei Haken flexibel in einer geeigneten Höhe zu befestigen, Anwendung finden.
25

Die Abbildung 4 zeigt exemplarisch die Anbringung zweier Haken (X) außerhalb der Brennkammer (Z), wobei die Haken jeweils auf einem
30 Gleitlager (G) frei beweglich sind und so den Kräften, die während dem Brennprozess entstehen, ausweichen können. Da sich die beweglichen Träger außerhalb der Brennkammer befinden, wird das Verfahren

- 5 -

vorzugsweise so angewandt, dass die Brennkammer über eine geeignete Wärmeisolation (W) von den Trägern abgeschirmt ist. Diese Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens kann auch dadurch verbessert werden, dass die Bewegung der Haken in den Gleitlagern nicht ausschließlich durch die während des Brennprozesses auftretenden Kräfte stattfindet, sondern dass durch eine mechanische, elektronische und/oder optische Abtastvorrichtung (V) die für einen Kraftausgleich notwendige Positionsänderung der Haken in den Gleitlagern ermittelt und beispielsweise mechanisch ausgeführt wird (Prinzip des Tangentialplattenspielers).

- Als Aufhängung im Sinne dieser Erfindung werden auch Vorrichtungen verstanden, die das gleiche Prinzip, wie zuvor beschrieben, verwenden, die Gleitlager jedoch unterhalb des Brenngutes angebracht sind, wobei diese sich innerhalb oder außerhalb der Brennkammer befinden können.

Die Abbildung 5 zeigt exemplarisch die Anbringung zweier Stützen (T) für das Brenngut, wobei die Stützen auf Gleitlager (G) außerhalb der Brennkammer (Z) frei beweglich sind und so den Kräften, die während des Brennprozesses entstehen, ausweichen können. Eine Wärmeisolation (W) kann hier ebenso wie eine mechanische, elektronische und/oder optische Abtastvorrichtung (V), die die für einen Kraftausgleich notwendige Positionsänderung der Haken in den Gleitlagern ermittelt und beispielsweise mechanisch ausführt, vorteilhaft sein.

Als Träger bzw. Stützen sind insbesondere folgende Ausführungsformen geeignet:

- Stäbchen, die einen Querschnitt aufweisen, der eine minimale Berührungsfläche mit dem Brenngut gestattet, beispielsweise kreisförmige, ellipsenförmige, rechteckige, insbesondere quadratische und rautenförmige, konvexe, konkave, dreieckige, U-förmige Querschnitte, wobei die Stäbchen

- 6 -

hohl oder massiv sein können; die Stäbchen können dabei senkrecht stehend oder waagrecht liegend angeordnet sein.

- Trägermaterialien, die eine Spitze aufweisen, die eine minimale Berührungsfläche mit dem Brenngut gestattet, beispielsweise pfeilförmige, pyramidenförmige, kegelförmige Träger, die hohl oder massiv sein können.

Als Trägermaterialien, die keine Aufhängung und keine Befestigung benötigen, sind insbesondere folgende Ausführungsformen geeignet:

10

- Tropfenförmige Körper (Stehauf-Männchen), die aufgrund der Massenverteilung so zum Stehen kommen, dass sich die Spitze des Körpers zu Beginn des Brennprozesses senkrecht zur Auflagefläche befindet. Während des Brennprozesses bewegen sich die Spitzen der Körper durch die auftretenden Schwindungskräfte aufeinander zu.

15

Die benannten Träger, Rollen, Aufhängungen oder Stützen können aus allen refraktären Metallen, Metalloxiden, Metallcarbiden und deren Mischungen bestehen, insbesondere aus Al_2O_3 , MgO , ZrO_2 , SiO_2 , Cordierit, SiC , WC , B_4C , W , Au , Pt .

20

Die Abbildungen 6 und 7 zeigen weitere Ausführungsbeispiele für Gruppe I.

Die Abbildung 6 zeigt die Lagerung einer Brücke (1) auf Stäbchen (2), die flexibel innerhalb einer sogenannten Brennwatte (3) gelagert sind. Beim Sintervorgang können sich die Stäbchen (2) selbstständig in Richtung des Schrumpfes bewegen, ohne dass sie kippen oder die Brücke (1) deformieren.

25

Die Abbildung 7 zeigt eine andere Ausführungsform. Hierbei wird die prothetische Arbeit (1) auf eine rollenartige Konstruktion (2) gelegt, wobei sich die Abstände zwischen den Rollen im Laufe des Brennprozesses selbstständig anpassen. Die

30

- 7 -

Rollen werden auf geeigneten Aufhängungen bzw. Stützen, beispielsweise in T- oder U-Form, gelagert.

Bei kleinen keramischen Formgegenständen reichen einzelne oder einige wenige
5 Träger und/oder Stützen aus. Bei großen Formgegenständen werden mehrere bis sehr viele Träger und/oder Stützen benötigt, die gegebenenfalls so gelagert sind, dass sich ihre Auflagepunkte der Form des zu sinternden Formgegenstandes anpassen können

10 Mögliche Ausführungsformen zur Gruppe II der erfindungsgemäßen Verfahren sind nachfolgend wiedergegeben.

- Belassen der beim Fräsen des Werkstückes (1) notwendigen Haltestifte (3)
nach dem Fräsvorgang, sodass diese als stabile Mehrpunktauflage auf einer
15 ebenen Brennunterlage mit gleichem Schwindungsverhalten dienen. Die erfindungsgemäße Lagervorrichtung besteht in diesem Falle aus den Haltestegen (3) und einer planen Brennunterlage aus Material mit dem gleichen Schwindungsverhalten wie die prothetische Arbeit, vorzugsweise aus dem gleichen Material wie die prothetische Arbeit. Besonders bevorzugt wird
20 während des Fräsvorgangs neben den Haltestiften (3) gleichzeitig eine plane Fläche (5) am Formkörper belassen, wobei der Rohling (2) entsprechend größer zu dimensionieren ist. Die Haltestifte (3) werden nach dem Sintern durchtrennt, um den gewünschten Formkörper zu erhalten. Die Vorrichtung für das erfindungsgemäße Verfahren wird beispielsweise über eine rieselfähige
25 Schüttung (4) oder geeignete Träger und/oder Stützen auf eine feuerfeste Brennunterlage (6) gestellt. Die Abbildung 8 soll diese Ausführungsform genauer erläutern.
- Durchtrennen der Haltestifte noch vor dem Sintern, Aufbringen des Rest des
30 ursprünglichen Rohlings (2), der nach dem Fräsen einer Negativform (3) der prothetischen Arbeit entspricht, auf eine plane Brennunterlage (5) über trennend wirkendem Pulver (4), Beschichten der Innenseite der Negativform

- 8 -

(3) gleichfalls mit trennend wirkenden Pulver (4) sowie Auflegen der zu brennenden prothetischen Arbeit (1). Der Rohlingsrest (3) dient zusammen mit dem trennend wirkenden Pulver (4) als erfindungsgemäße Lagervorrichtung (Abbildung 9). Die Vorrichtung für das erfindungsgemäße Verfahren wird
5 beispielsweise über eine rieselfähige Schüttung (4) oder geeignete Träger und/oder Stützen auf eine feuerfeste Brennunterlage (6) gestellt. Die Ausbildung von Sinterhälsen innerhalb der Schüttung aus trennend wirkendem Pulver findet überraschenderweise nicht statt.

- 10 Als trennend wirkende Pulver können alle refraktären Metalle, Metalloxide, Metallcarbide und deren Mischungen verwendet werden, insbesondere Al_2O_3 , MgO , ZrO_2 , SiO_2 , Cordierit, SiC , WC , B_4C .

Die Abbildung 10 zeigt die Lagerung des Brenngutes (A) auf zwei Y-förmigen
15 Trägern (B). Hierbei sind am Brenngut (A) zwei Haltestifte (H) befestigt, die entweder während des Formgebungsverfahrens erzeugt werden oder nach dem Formgebungsverfahren an das Brenngut angesetzt werden können. Die Haltestifte bestehen vorzugsweise aus dem gleichen Material wie das Brenngut, besonders bevorzugt sind sie aus dem gleichen Rohling gefertigt. Je nach
20 Ausführungsform (unterschiedliches oder gleiches Material) ist diese Art der Lagerung der Gruppe I oder II zuzuordnen. Grundsätzlich kommen auch gemischte Ausführungsformen in Betracht, die gleichzeitig den verschiedenen Gruppen zuzuordnen sind.

- 25 Mögliche Ausführungsformen zur Gruppe III der erfindungsgemäßen Verfahren sind nachfolgend wiedergegeben.

- Prinzipiell sind alle Trägermaterialien geeignet, die wesentlich andere physikalische Eigenschaften aufweisen, als das Brenngut selbst. Eine
30 Verunreinigung oder Verbindung des Brenngutes mit dem Trägermaterial muss ausgeschlossen sein. Der Schmelzpunkt solcher Materialien liegt vorzugsweise unter 1450°C , besonders bevorzugt unter 1400°C . Die Dichte

- 9 -

liegt bevorzugt etwas über der des Brenngutes, damit dieses auf dem Trägermaterial schwimmen kann. Geeignet können Metalle oder Metalllegierungen sein, beispielsweise Gold.

5 Mögliche Ausführungsformen zur Gruppe IV der erfindungsgemäßen Verfahren sind nachfolgend wiedergegeben.

- Lagern des Brenngutes auf einem Gasstrahl, wobei das Brenngut berührungsfrei über dem Boden der Brennkammer schwebt. Sinnvoll sind
10 zudem Steuerungseinrichtungen, die den Gasstrahl lenken, sodass das Brenngut stabil schweben kann. Vorzugsweise handelt es sich bei den verwendeten Gasen um nicht-reaktive Gase, beispielsweise Edelgase. Zur Optimierung der Gasströme können Steuerungssysteme aller Art Verwendung
15 finden.
- Lagern des Brenngutes auf magnetischen Feldern, wobei an geeigneter Stelle im Brenngut mindestens eine magnetische Substanz angebracht wird, die Brennunterlage selbst oder eine entsprechende Auflage ebenfalls magnetisch
20 ist und die Polarität der beiden Magnetfelder gleich ist. Möglich ist auch eine magnetische Ausgestaltung von Teilen des Brenngutes selbst.

Die Abbildung 11 zeigt die Lagerung des Brenngutes (A) auf einem magnetischen Feld, das erzeugt wird durch die magnetische Unterlagen bzw. Formteile (M), wobei die Polarität der Magneten so sein muss, dass sich das Brenngut
25 schwebend von der Unterlage abhebt. Die gesamte Vorrichtung befindet sich in der Brennkammer (Z). Vorzugsweise werden als Magnete (M) Permanentmagnete verwendet. Die Verwendung von Elektromagneten oder eine gemischte Verwendung der in Frage kommenden Magnettypen ist ebenfalls
30 möglich.

Die Abbildung 12 zeigt die Lagerung des Brenngutes (A) auf Gasströmen (L), wobei diese durch eine mit Durchströmöffnungen versehene Grundplatte

- 10 -

austreten. Die Vorrichtungen befindet sich innerhalb der Brennkammer (Z), wobei es auch vorteilhaft sein kann, wenn der Boden der Brennkammer bereits mit den Ausströmöffnungen versehen ist und die Steuerung und Erzeugung der Gasströme außerhalb der Brennkammer stattfindet.

- 11 -

Patentansprüche

1. Verfahren zum dimensionstreuem Sintern von keramischen Formgegenständen, wobei das Brenngut während des Sinterns auf nicht mit Metall beschichteten Trägermaterialien gelagert wird, welche sich an die während des Brennprozesses auftretenden Schwunddimensionen selbständig anpassen oder ein berührungsfreies Tragen der Formgegenstände gestatten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Formgegenstände keramische dentale Prothesen sind.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Lagerung des Brennguts auf beweglichen Trägermaterialien erfolgt, die aus einem beliebigen Material bestehen können, welches gegenüber dem Brennprozess inert ist und keine Haftung zu dem Brenngut ergibt und dieses nicht verunreinigt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Trägermaterialien als senkrecht stehende oder waagrecht liegende hohle oder massive Stäbchen ausgebildet sind und einen Querschnitt aufweisen, der eine minimale Berührungsfläche mit dem Brenngut gestattet.
5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Trägermaterialien eine Spitze aufweisen, die eine minimale Berührungsfläche mit dem Brenngut gestattet, und hohl oder massiv sind.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Lagerung des Brennguts auf Trägermaterial erfolgt, das die gleichen physikalischen Eigenschaften aufweist wie das Brenngut selbst.

- 12 -

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei Trägermaterial und Brenngut aus dem selben Rohling gefertigt sind.
- 5 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Brenngut über Haltestege, die nach dem Sintern durchtrennt werden, mit einer planen Fläche verbunden ist.
9. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Brenngut in der durch den Fräsvorgang aus dem Rohling erhaltenen Negativform auf einer rieselfähigen Schüttung oder auf geeigneten Trägern und/oder Stützen
10 gelagert wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Lagerung des Brenngutes auf Trägermaterial erfolgt, das wesentlich andere physikalische Eigenschaften aufweist als das Brenngut selbst, wobei eine Verunreinigung
15 oder Verbindung des Brenngutes mit dem Trägermaterial nicht möglich sein darf.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei als Trägermaterial ein bei der Sintertemperatur flüssiges Metall oder eine bei der Sintertemperatur flüssige
20 Metallegierung verwendet werden, die eine größere Dichte als die keramischen Formgegenstände aufweisen.
12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei als berührungsfreie Trägermaterialien Gasströme verwendet werden, die die keramischen
25 Formgegenstände während des Sinterns in der Schwebe halten und bei der Sintertemperatur inert sind.
13. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei als berührungsfreies Trägermaterial ein Magnetfeld verwendet wird, das die keramischen
30 Formgegenstände aufgrund eingearbeiteter oder angebrachter magnetischer Bestandteile während des Sinterns in der Schwebe hält.

- 13 -

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Rohling Aluminiumoxid, Zirkonoxid oder Mischoxide von beiden enthält.

Abbildung 1

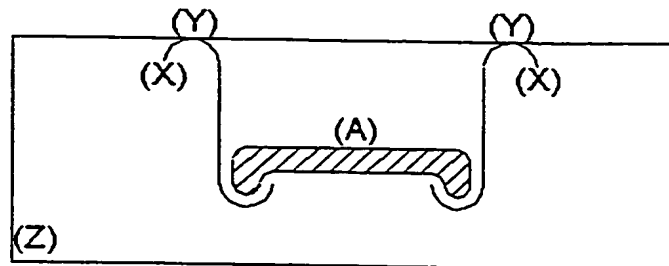


Abbildung 2

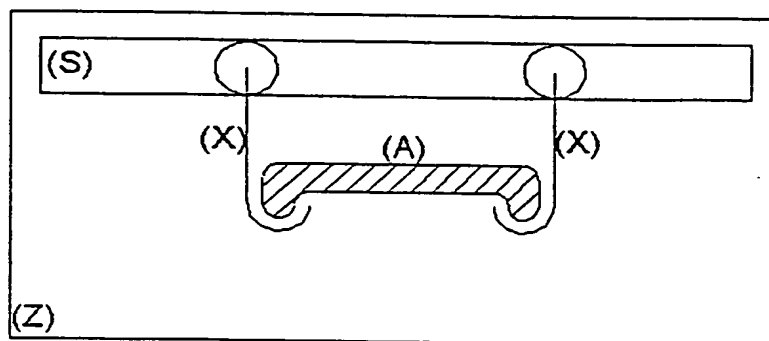


Abbildung 3

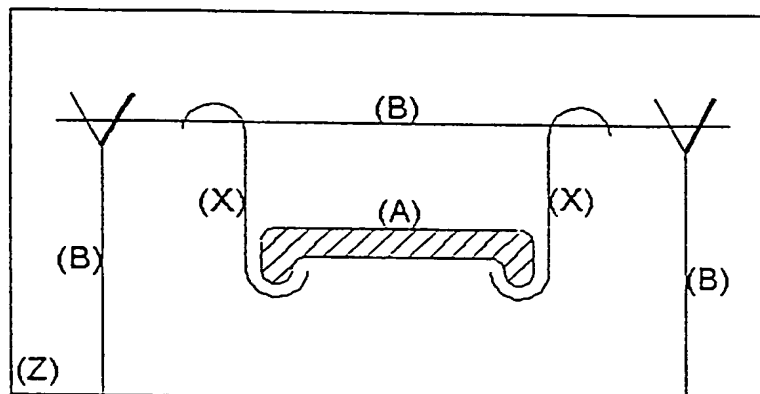


Abbildung 4

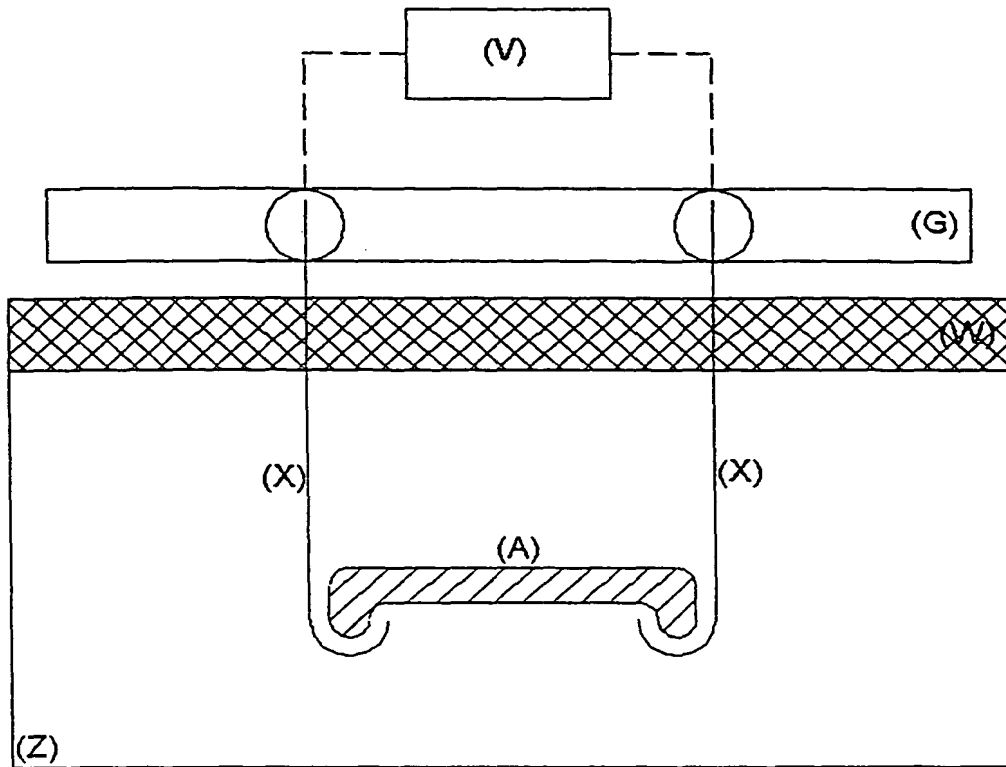


Abbildung 5

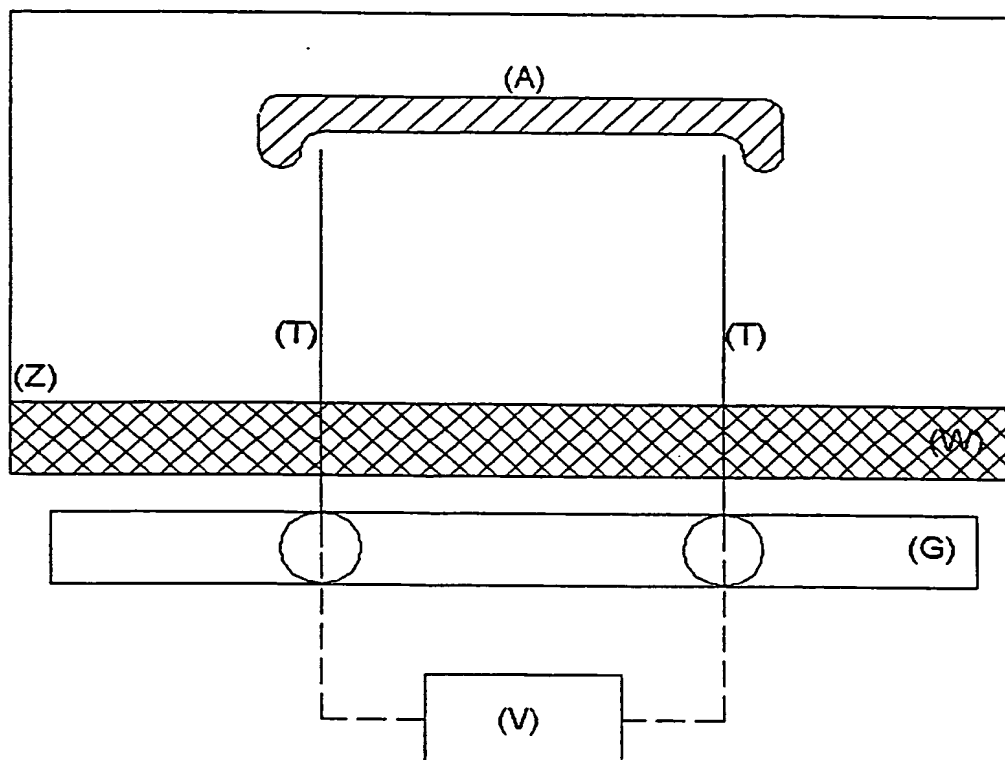


Abbildung 6

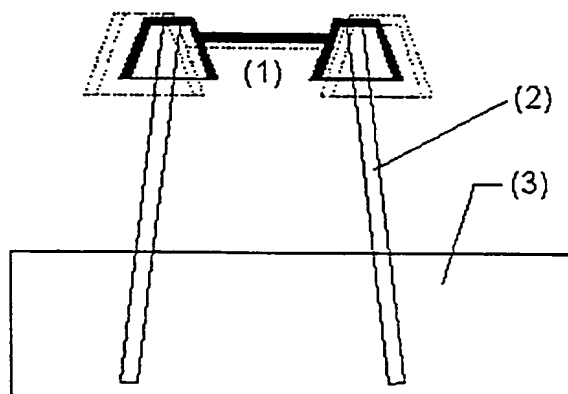


Abbildung 7

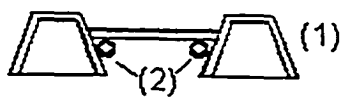
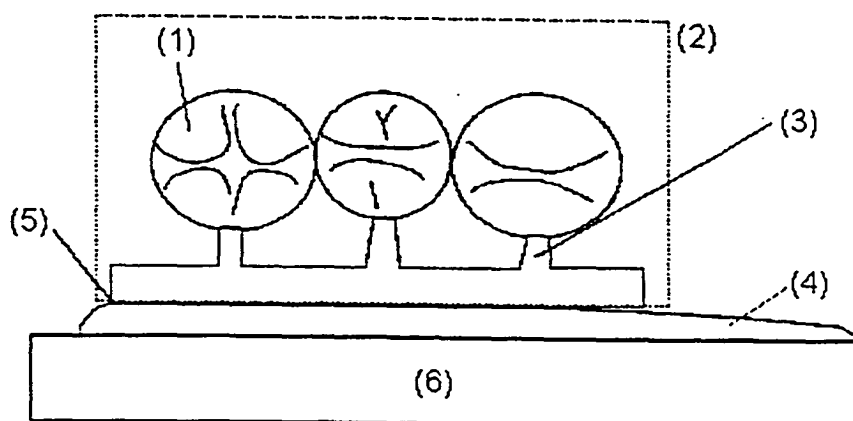


Abbildung 8



5/6

Abbildung 9

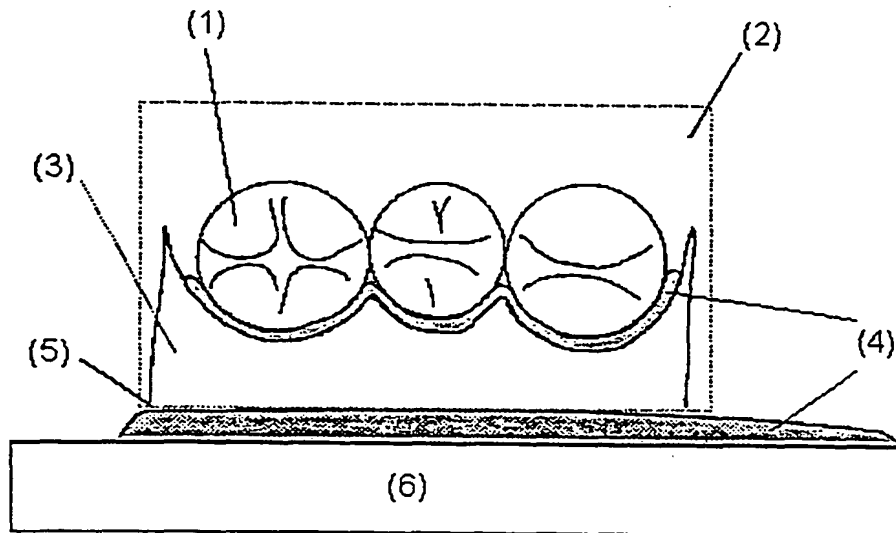


Abbildung 10

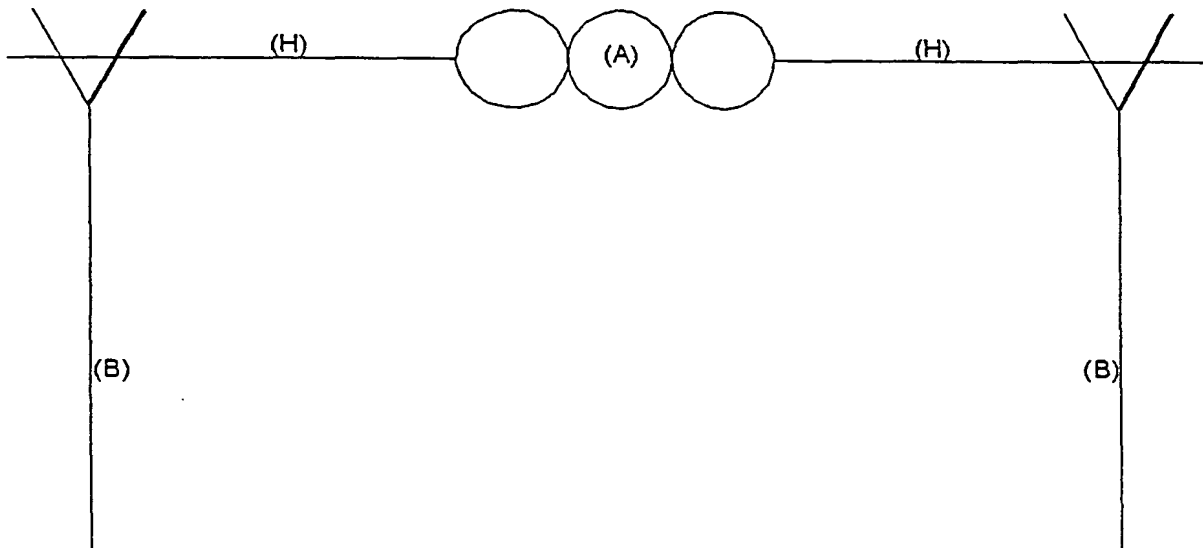


Abbildung 11

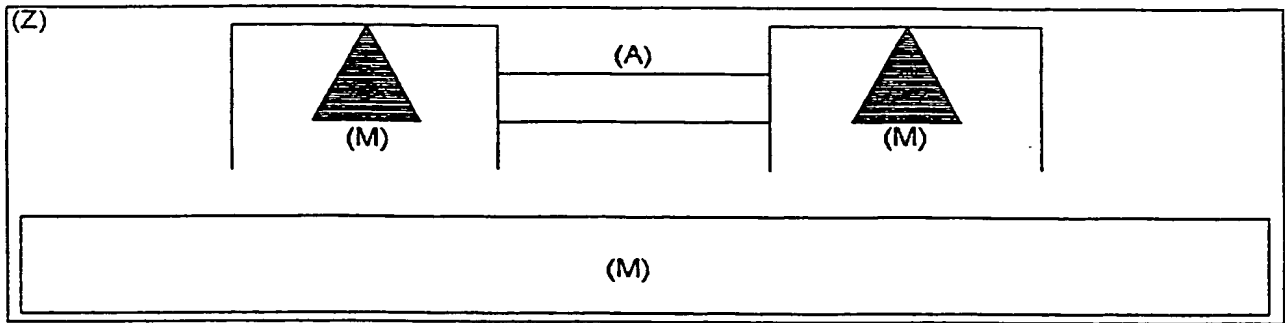


Abbildung 12

